



03 07 07

ITW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor : Tsutomu YOSHITAKE
Serial No. : 10/815,120
Filed : March 26, 2004
Title : POLARIZING ELECTRODE ...
Examiner : Eric Thomas

March 6, 2007

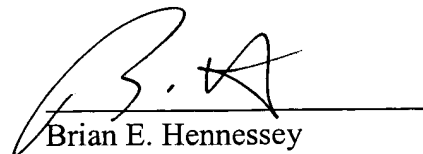
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT


S I R:

Applicant submits a certified copy of **Japanese** patent application number **2001-294769** filed **September 26, 2001** in order to perfect the claim of priority made in a submission to the U.S. Patent and Trademark Office on **March 26, 2004**.

Respectfully submitted,


Brian E. Hennessey
Reg. No. 51,271

Customer Number: 026304
Telephone Number: (212) 940-6489
Fax: (212) 940-8986
NECG 21.093

Filed by Express Mail
EL 980186134 US
1 03/06/07


日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2001年 9月26日

願番号
Application Number:

特願2001-294769

条約による外国への出願
に基いて優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願

country code and number
of our priority application,
which is used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2001-294769

願人
Applicant(s):

独立行政法人科学技術振興機構
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2007年 2月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋 誠



【書類名】 特許願

【整理番号】 AC-13-6

【提出日】 平成13年 9月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 9/058

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 吉武 務

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 飯島 澄男

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 湯田坂 雅子

【特許出願人】

 【識別番号】 396020800

 【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100071272

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 後藤 洋介

【選任した代理人】

 【識別番号】 100077838

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 池田 憲保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012416

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018587

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分極性電極とその製造方法及びそれを用いた電気二重層コンデンサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭素複合体からなる分極性電極において、前記炭素複合体の炭素材料として単層カーボンナノホーンが球状に集合してなる単層カーボンナノホーン集合体を用いることを特徴とする分極性電極。

【請求項 2】 前記単層カーボンナノホーンが単層グラファイトナノホーンであることを特徴とする請求項 1 記載の分極性電極。

【請求項 3】 前記単層カーボンナノホーン集合体が炭素繊維またはカーボンナノファイバーに担持されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の分極性電極。

【請求項 4】 前記単層カーボンナノホーン集合体を構成する前記単層カーボンナノホーンの先端を前記炭素繊維または前記カーボンナノファイバーに融合させることによって、前記単層カーボンナノホーン集合体を前記炭素繊維又は前記カーボンナノファイバーに担持させたことを特徴とする請求項 3 記載の分極性電極。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれかに記載の分極性電極を製造するための製造方法において、前記単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂との混合物を 80～120℃で成形し、非酸化性雰囲気中で熱処理を行うことによって前記炭素複合体を得る工程を含むことを特徴とする分極性電極の製造方法。

【請求項 6】 請求項 1～4 のいずれかに記載の分極性電極を製造するための製造方法において、前記単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂に対して 15～60重量パーセントの熱不溶性フェノール樹脂との混合物を成形し、非酸化性雰囲気中で熱処理を行うことによって前記炭素複合体を得る工程を含むことを特徴とする分極性電極の製造方法。

【請求項 7】 分極性電極を備えた電気二重層コンデンサにおいて、請求項

1～4のいずれか一の分極性電極又は請求項5及び6の製造方法のいずれかにより製造された分極性電極を備えていることを特徴とする電気二重層コンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気二重層コンデンサに関し、特にそれに用いられる分極性電極に関する。

【0002】

【従来の技術】

電気二重層コンデンサは、電極を構成する導電体と、それに含浸させた電解質溶液との界面にそれぞれ符号の異なる一对の電荷層（電気二重層）が生じることを利用するものであって、充放電に伴う劣化が生じないという特徴を有している。そのため、電気二重層コンデンサは、例えば、電源（電池、又は商用交流電源を直流に変換した電源）と並列に接続して電荷を蓄積させておき、電源の瞬断時にそこに蓄積された電荷を放出させることにより、種々の電気・電子機器（例えばD-RAM等）のバックアップをするという形で使用されている。

【0003】

従来の電気二重層コンデンサでは、その電極用導電体（炭素材料）として、活性炭粉末等が用いられている。これは、電気二重層コンデンサの静電容量は、電気二重層に蓄えられる電荷量によって決まり、その電荷量は電極の表面積が大きければ大きいほど大きいからである。活性炭は、 $1000\text{ m}^2/\text{g}$ 以上という高い比表面積を有していることから、大きな表面積を必要とする電気二重層コンデンサの電極材料として適した材料である。

【0004】

活性炭粉末を分極性電極として用いた電気二重層コンデンサは、例えば、特公平4-44407号公報に記載されている。この公報に記載された分極性電極は、活性炭粉末をフェノール樹脂等の熱硬化性樹脂と混合して固形化し、固体活性炭電極として利用している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

電気二重層コンデンサのうち、特に大容量のものは、パルスパワー用電源としての利用が期待できる。しかしながら、従来の電気二重層コンデンサは、瞬時に大電流を供給することができず、パルスパワー用電源として必要とされる機能を果たすことができない。これは、活性炭粉末のもつ直径数 nm の微細な細孔の内部において、イオンの移動が抑制されてしまうからである。詳述すると、活性炭粉末を用いた固体活性炭電極は、特開平 4-288361 号公報に記載されているように、活性炭粉末のもつ直径数 nm の細孔と、フェノール樹脂の炭化時に形成される直径 100 nm 以上の細孔とを有している。これらの細孔のうち、活性炭粉末のもつ直径数 nm の微細な細孔の内部では、イオンの移動が抑制されてしまう。従って、従来の電気二重層コンデンサには、大電流で放電を行うと、見かけ上、容量が減少し、十分な性能を発揮できないという問題点がある。このため、イオンの移動がより容易であるような細孔構造（細孔のサイズ分布）を有する電極の実現が望まれている。

【0006】

また、単位体積あたりの電極に流すことができる最大電流値は、その電極の単位体積あたりの静電容量に比例する。そのため、電極の単位体積あたりの静電容量は、より大きいことが望ましい。

【0007】

本発明の目的は、上記の課題を解決するために、イオンの移動を容易にするような細孔サイズ分布（細孔構造）を有する分極性電極及びその製造方法を提供し、もって静電容量が大きくかつ瞬時に大電流を取り出すことができる電気二重層コンデンサを提供することにある。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、第一に、炭素複合体からなる分極性電極において、炭素複合材体の炭素材料として単層カーボンナノホーンが球状に集合してなる単層カーボンナノホーン集合体を用いることを特徴とする第 1 の分極性電極を提供する。

【0009】

本発明は、第二に、上記第1の分極性電極において、前記単層カーボンナノホーンが単層グラファイトナノホーンであることを特徴とする第2の分極性電極を提供する。

【0010】

本発明は、第三に、上記第1又は第2の分極性電極において、前記単層カーボンナノホーン集合体が炭素繊維またはカーボンナノファイバーに担持されていることを特徴とする第3の分極性電極を提供する。

【0011】

本発明は、第四に、上記第3の分極性電極において、前記単層カーボンナノホーン集合体を構成する前記単層カーボンナノホーンの先端を前記炭素繊維または前記カーボンナノファイバーに融合させることによって、前記単層カーボンナノホーン集合体を前記炭素繊維又は前記カーボンナノファイバーに担持させたことを特徴とする第4の分極性電極を提供する。

【0012】

本発明は、第五に、上記第1乃至第4の分極性電極のいずれか1つを製造する製造方法において、前記単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂との混合物を80～120℃で成形し、非酸化性雰囲気中で熱処理を行うことによって前記炭素複合体を得る工程を含むことを特徴とする分極性電極の第1の製造方法を提供する。

【0013】

本発明は、第六に、上記第1乃至第4の分極性電極のいずれか1つを製造する製造方法において、前記単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂に対して15～60重量パーセントの熱不溶性フェノール樹脂との混合物を成形し、非酸化性雰囲気中で熱処理を行うことによって前記炭素複合体を得る工程を含むことを特徴とする分極性電極の第2の製造方法を提供する。

【0014】

本発明は、第七に、分極性電極を備えた電気二重層コンデンサにおいて、上記第1乃至第4のうちのいずれかの分極性電極又は上記第1又は第2の製造方法の

いずれかにより製造された分極性電極を備えていることを特徴とする電気二重層コンデンサを提供する。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明の分極性電極とその製造方法及びそれを用いた電気二重層コンデンサの実施の形態について詳細に説明する。

【0016】

一般に、分極性電極は、電極の表面が大きいほど大きな静電容量を得ることができるので、活性炭のように $1000\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の比表面積の大きな物質が用いられることが多い。しかしながら、活性炭を分極性電極に用いた場合には、活性炭のもつ数 nm の微細な細孔内でイオンの移動が抑制され、大電流で放電を行う場合、見かけ上の容量が減少し十分な性能が引き出せないという問題点がある。したがって、電気二重層コンデンサの分極性電極に用いる炭素材料には、静電容量を大きくするための大きな比表面積とイオンの移動性を高めるための適切な細孔サイズ分布（構造）の両方を兼ね備えたものが必要である。

【0017】

上記の様な条件を満たす材料として、最近、本発明の発明者らによって発見された、炭素原子のみからなる新しい炭素同位体である単層カーボンナノホーンが球状に集合してなる単層カーボンナノホーン集合体がある（特願 2000-358362 号）。本発明の実施の形態に係る電気二重層コンデンサでは、その分極性電極に用いられる炭素微粒子として、この単層カーボンナノホーンが球状に集合してなる単層カーボンナノホーン集合体を用いる。

【0018】

単層カーボンナノホーンは、単層カーボンナノチューブの一端が円錐形状となった管状体物質である。単層カーボンナノホーン集合体は、図 1 の電子顕微鏡写真に見られるように、多数の単層カーボンナノホーンが、それらの間に働くファンデルワールス力によって集合したものである。各単層カーボンナノホーンは、そのチューブ部分を集合体の中心部に向け、円錐部を集合体の表面から角（ホーン）のように突き出している。この単層カーボンナノホーン集合体の直径は、1

20 nm以下であり、代表的には10-100 nm程度である。また、単層カーボンナノホーン集合体を構成する各ナノチューブは、直径2 nm程度、長さ30-50 nm程度であり、その円錐部は軸断面の傾角が平均20度程度である。そして、図2に見られるように多数の単層カーボンナノホーン集合体が集合することによって、微細な粉末を構成している。

【0019】

上記のような特異な構造を有する単層カーボンナノホーン集合体は、非常に大きな表面積を有する。また、この単層カーボンナノホーン集合体を電気二重層コンデンサの分極性電極の炭素微粒子として用いる場合、得られた分極性電極は、単層カーボンナノホーン集合体の球状粒子が集合したものとなる。そして、それらの球状粒子同士の間には、数十 nm程度までの細孔が存在する。即ち、単層カーボンナノホーン集合体を用いた分極性電極は、活性炭に比べて大きな径の細孔を有する多孔質構造となる。その結果、この部分でイオンの移動性が活性炭を用いた場合よりも高まり、大電流の放電の際にも見かけ上の容量の低下が起り難い。このように、本実施の形態では、特異な構造を有する単層カーボンナノホーン集合体を電気二重層コンデンサの分極性電極の炭素微粒子として用いることにより、比表面積を大きくして静電容量を高めるとともに、イオンの移動性が高くなるような細孔サイズ分布（細孔構造）が自然に形成することができる。

【0020】

本実施の形態に使用される単層カーボンナノホーン集合体は、例えば、室温、760 Torrの不活性ガス雰囲気中で、グラファイト等の固体状炭素単体物質をターゲットとするレーザーアブレーション法によって製造することができる。また、各単層カーボンナノホーン集合体における各単層カーボンナノチューブの形状、単層カーボンナノチューブ同士間の間隔、及び、単層カーボンナノホーン集合体の球状粒子間の細孔の大きさはレーザーアブレーション法による製造条件や製造後の酸化処理や硝酸等による後処理によって制御することが可能である。また、熱処理などにより、この単層カーボンナノホーン集合体の各単層カーボンナノホーンを単層グラファイトナノホーンにすることもでき、その場合には電気伝導性が向上するので分極性電極の性能をさらに向上させることができる。さらに

、上記単層カーボンナノホーン集合体を炭素繊維またはカーボンナノファイバーなどに担持させることによって分極性電極の細孔構造（細孔サイズ分布）を調整することもできる。この場合の担持方法としては、真空中雰囲気等の熱処理によって単層カーボンナノホーンの先端を炭素繊維またはカーボンナノファイバーに融合させる等の方法がある。

【0021】

単層カーボンナノホーン集合体を分極性電極として利用するためには、炭素複合体（単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体）を製造する必要がある。

【0022】

炭素複合体は、例えば、単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂とを混合し、その混合物を80～120℃で成形し、さらに非酸化性雰囲気中で熱処理を行うことにより得ることができる。こうして得られた炭素複合体においては、単層カーボンナノホーン集合体とフェノール樹脂との間に空隙が形成されるので、この空隙の働きによりイオンの移動性がさらに高まる。また、この単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体は、高比表面積かつ高密度であるため、単位体積当たりの静電容量も大きくなり、より大電流放電が可能である。

【0023】

また、他の炭素複合体が、例えば、単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂と熱不溶性フェノール樹脂とを混合し、成形し、熱処理を加えることにより得られる。この炭素複合体では、成形時に熱不溶性フェノール樹脂が粒形状を維持するため、その後の熱処理により熱不溶性フェノール樹脂が炭化されることによって、成形体の内部に空隙が形成される。この空隙の働きによってイオンの移動性がさらに向上する。

【0024】

分極性電極は、上記のようにして得られた炭素複合体に電解液を含浸させることにより得られる。

【0025】

本実施の形態による電気二重層コンデンサは、上記のようにして得られた一対の分極性電極を有している。即ち、この電気二重層コンデンサは、図3に示すように、一対の分極性電極31と、その間に挟み込まれたイオン透過可能な絶縁セパレータ32と、これらを両側（図の上下）から挟み込むように各分極性電極31の端面に取付けられた一対の導電性シート（集電体）33と、これら集電体33の縁部同士が接触することがないように分極性電極31及びセパレータ32の外周を取り囲むように配された枠形状のガスケット（筐体）34と、各導電シート33に圧着された外部端子35と、集電体33の両側（図の上下）に配置された支持体36と、電解液を封じ込めるためにガスケット34と支持体36との間を埋めるようこれらの外周面を塗り込めるエポキシ樹脂37とを有している。

【0026】

単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体を分極性電極に利用した電気二重層コンデンサは、単層カーボンナノホーン集合体の特異な構造故に、静電容量が大きく、かつ、イオンの移動性が容易なため大電流放電が可能である。

【0027】

【実施例】

以下に本発明の分極性電極とその製造方法及びそれを用いた電気二重層コンデンサについて実施例によって具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0028】

【実施例1】

まず、室温、760 Torrの不活性ガス雰囲気中で、グラファイトをターゲットとするレーザーアブレーション法によって単層カーボンナノホーン集合体を作製した。次に、作製した単層カーボンナノホーン集合体を硝酸溶液で処理した。続いて、硝酸溶液で処理された単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性と熱硬化性を共に有するフェノール樹脂粉末（ベルパールSタイプ、カネボウ（株）製）とを、重量比7：3で混合した後、さらにボールミルにて乾式混合を行った。なお、ここで使用した単層カーボンナノホーン集合体は、単層グラファイト

ナノホーンからなる単層グラファイトナノホーン集合体である。そして、その単層グラファイトナノホーン集合体の比表面積は $1300\text{ m}^2/\text{g}$ であった。

【0029】

上記のようにして得た混合粉末を 10 g ずつに分け、それぞれ 150°C 、 $100\text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧力で 10 分間金型成形し、 $70\times 50\text{ mm}^2$ 、厚さ 3 mm の単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体を複数作製した。そして、これら複合体を電気炉中に置き、 900°C で 2 時間熱処理を行った。得られた単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体の細孔容積を水銀圧入法で測定し、細孔の直径分布を求めたところ、分布のピークは $50-1000\text{ nm}$ の間にあった。

【0030】

また、比較のために、単層カーボンナノホーン集合体の代わりにフェノール系活性炭粉末（比表面積 $2000\text{ m}^2/\text{g}$ ）を用いたフェノール系活性炭粉末／フェノール樹脂複合体も複数作製した。これらのフェノール系活性炭粉末／フェノール樹脂複合体のサイズも、上記サイズと同じとした。

【0031】

次に、上述のようにして作製した単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体とフェノール系活性炭粉末／フェノール樹脂複合体とをそれぞれ分極性電極に用いて、電気二重層コンデンサを作製した。電気二重層コンデンサの作製方法は次のとおりである。

【0032】

まず、各複合体を、電気二重層コンデンサの電解液として用いられる $30\text{ wt}\%$ の硫酸溶液に浸し、真空中で各複合体への電界液の含浸を行った。この工程により、各複合体は、分極性電極となった。

【0033】

次に各分極性電極を水溶液から取り出し、同一材料からなる分極性電極同士を組み合わせ対にし、その間にポリプロピレン製のセパレータを挟んで対向させた。さらに対向させた分極性電極の両側（互いに対向する面の裏面側）端面に、集電体としてのブチルゴム製の導電性シートを圧着した。

【0034】

次に、両側の集電体の縁部が互いに接触しないように、ポリカーボネート製ガasketを分極性電極及びセパレータの周囲に配置した。それから、一對のポリカーボネート製支持体を集電体の両側に配置し、支持体とガasketとで集電体の縁部を挟み込んだ。さらに、ガasket及び支持体の周囲にエポキシ樹脂で塗りこめることにより、電解液を封止した。引き続いて、端子取り出しのためのステンレス製の端子板を両側から集電体に圧着した。このようにして本発明の分極性電極を用いた電気二重層コンデンサを作製した。

【0035】

本実施例の単層カーボンナノホーン集合体を用いた電気二重層コンデンサ及びフェノール系活性炭粉末を用いた電気二重層コンデンサのそれぞれについて、0.9 Vで1時間低電圧充電した後、0.45 Vまで定電流放電させた。各電気二重層コンデンサについて、放電電流値を0.1 Aとした場合と、10 Aとした場合の放電電荷量を測定して容量を求めた。そして、放電電流値を0.1 Aとした場合における容量から10 Aにおける容量を引いた値をdCとして、各電気二重層コンデンサの容量変化率 $dC/C_{0.1A}$ を求めた。

【0036】

その結果、フェノール系活性炭粉末を用いた電気二重層コンデンサの容量変化率が-15%であったのに対して、本実施例による単層カーボンナノホーン集合体を用いた電気二重層コンデンサの容量変化率は-5%であって、大電流での放電時の容量低下現象が大幅に改善されていることが確認された。これは、単層カーボンナノホーン集合体を用いた分極性電極の細孔のサイズ分布が良好なため、電極内でのイオンの移動性が高まったことが原因と考えられる。このように、本実施例では、単層カーボンナノホーン集合体を用いて分極性電極を構成することにより、電気二重層コンデンサの大電流放電特性を向上させることができた。また、本実施例では、電気二重層コンデンサの容量を増大させることができた。

【0037】

[実施例2]

まず、実施例1と同様に、レーザーアブレーション法によって単層カーボンナ

ノホーン集合体を作製し、硝酸溶液で処理した。次に、硝酸溶液処理された単層カーボンナノホーン集合体をカーボンナノファイバーと共に 1×10^{-3} Torr の真空中に置き、熱処理することによって、単層カーボンナノホーンの先端をカーボンナノファイバーに融合（担持）させた。この単層カーボンナノホーン集合体をカーボンナノファイバーに担持させた材料の比表面積は $1350 \text{ m}^2/\text{g}$ であった。

【0038】

以下、実施例1と同様に、上記材料をフェノール樹脂粉末と重量比で7：3で混合した後、さらにボールミルにて乾式混合を行った。それから、この混合粉末 10 g ずつに分け、 150°C 、 $100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧力で、10分間金型成形し、 $70 \times 50 \text{ mm}^2$ 、厚さ 3 mm の単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体を作製した。これら複合体を電気炉中に置き、 900°C で2時間熱処理を行った。得られた単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体の細孔容積を水銀圧入法で測定し、細孔の径を求めたところ、直径の分布のピークは $50 - 1000 \text{ nm}$ の間にあった。このカーボンナノファイバーに担持した単層カーボンナノホーン集合体とフェノール樹脂の複合体を分極性電極として、実施例1の場合と同様の方法で電気二重層コンデンサを作製した。

【0039】

この電気二重層コンデンサについて、 0.9 V で1時間低電圧充電後、 0.45 V まで 0.1 A と 10 A でそれぞれ定電流放電して容量変化率を調べた。その結果、 -5% と容量変化率が実施例1と同様に改善されたのが確認された。また、実施例1に比べ容量の増加が確認された。このように、本実施例では、カーボンナノファイバーに担持した単層カーボンナノホーン集合体を用いて分極性電極を構成することにより、電気二重層コンデンサの大電流放電特性をさらに向上させることができた。

【0040】

[実施例3]

実施例1と同様に、レーザーアブレーション法によって単層カーボンナノホーン集合体を作製し、硝酸溶液で処理した。ここで、単層カーボンナノホーン集合

体の比表面積は $1300\text{ m}^2/\text{g}$ であった。

【0041】

つぎに、この単層カーボンナノホーン集合体と、フェノール樹脂粉末と重量比で 7 : 3 で混合した後、さらにボールミルにて乾式混合を行った。なお、ここでのフェノール樹脂には、熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂（実施例 1 又は 2 で用いたもの）に熱不溶性フェノール樹脂（ベルパール R-タイプ、カネボウ（株）製）を 15 ~ 60 重量% 混合したものを用いた。

【0042】

次に、得られた混合粉末を 10 g ずつに分け、 150°C 、 $100\text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧力で 10 分間金型成形し、 $70 \times 50\text{ mm}^2$ 、厚さ 3 mm の単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体を作製した。これらを電気炉中にて、 900°C で 2 時間熱処理を行った。このようにして作製した単層カーボンナノホーン集合体／フェノール樹脂複合体を用いて実施例 1 の場合と同様に電気二重層コンデンサを作製した。

【0043】

この電気二重層コンデンサについて、0.9 V で 1 時間低電圧充電後、0.45 V まで 0.1 A と 10 A でそれぞれ定電流放電して容量変化率を調べた。その結果、-4.5 % とさらに容量変化率が改善されるのがわかった。このように、本実施例では、単層カーボンナノホーン集合体と熱溶融性かつ硬化性フェノール樹脂に熱不溶性フェノール樹脂を混合した複合体を用いて分極性電極を構成することにより、電気二重層コンデンサの大電流放電特性をさらに向上させることができた。

【0044】

以上本発明について、いくつかの実施例を挙げて説明したが、本発明は上記各実施例に限定されることなく、本発明の技術思想の範囲内において、適宜変更可能であることは明らかである。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、特異な構造を有する単層カーボンナノ

ホーン集合体を電気二重層コンデンサの分極性電極に用いることにより、イオンの拡散が促進され、大電流の供給に適した分極性電極及びそれを用いた電気二重層コンデンサを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

単層カーボンナノホーン集合体の電子顕微鏡写真(拡大図)である。

【図 2】

単層カーボンナノホーン集合体の電子顕微鏡写真である。

【図 3】

本発明の一実施の形態に係る電気二重層コンデンサの概略断面図である。

【符号の説明】

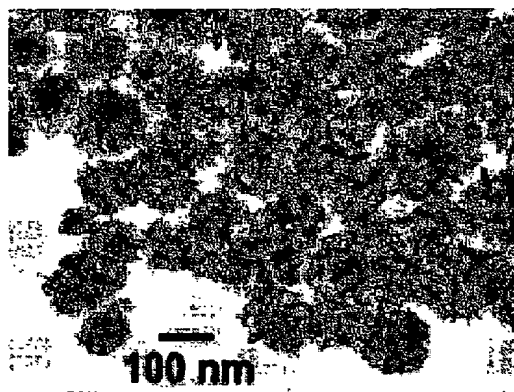
- 3 1 分極性電極
- 3 2 セパレータ
- 3 3 導電性シート（集電体）
- 3 4 ガスケット（筐体）
- 3 5 外部端子
- 3 6 支持体
- 3 7 エポキシ樹脂

【書類名】 図面

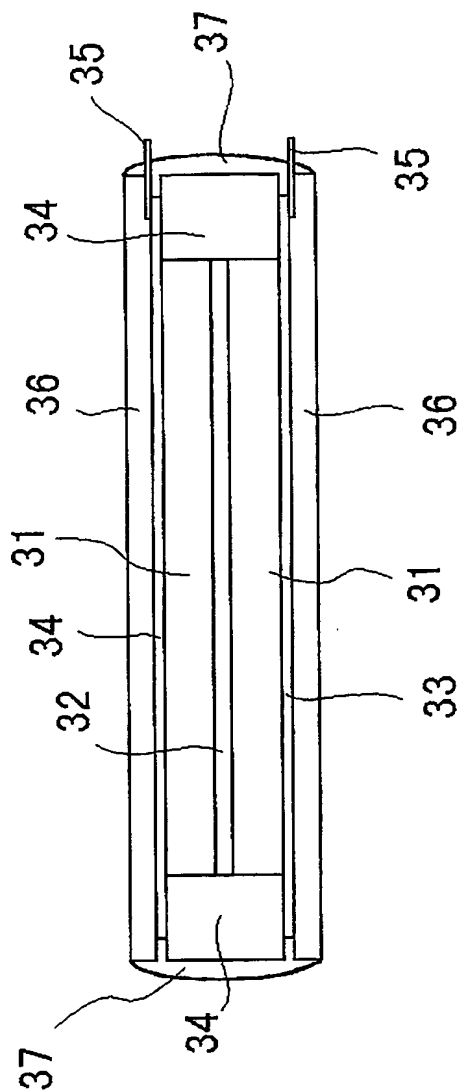
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大きな静電容量を有し、かつ大電流放電が可能な電気二重層コンデンサを提供する。

【解決手段】 電気二重層コンデンサの分極性電極として用いられる炭素複合電極に、特異な構造非常に大きな表面積有する単層カーボンナノホーン集合体を用いる。単層カーボンナノホーン集合体は、フェノール樹脂と混合され、成形され、熱処理されて炭素複合電極を構成し、電解液を含浸させることにより分極性電極となる。

【選択図】 なし

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2001-294769
【承継人】
【識別番号】 503360115
【住所又は居所】 埼玉県川口市本町四丁目 1 番 8 号
【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
【代表者】 沖村 憲樹
【連絡先】 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 独立行政法
人科学技術振興機構 知的財産戦略室 佐々木吉正 TEL 0
3-5214-8486 FAX 03-5214-8417
【提出物件の目録】
【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかか
る一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。
【物件名】 登記簿謄本 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかか
る一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。

特願 2 0 0 1 - 2 9 4 7 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 6 0 2 0 8 0 0]

1. 変更年月日	1 9 9 8 年 2 月 2 4 日
[変更理由]	名称変更
住 所	埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
氏 名	科学技術振興事業団

特願 2 0 0 1 - 2 9 4 7 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
氏 名	日本電気株式会社

特願 2 0 0 1 - 2 9 4 7 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 3 3 6 0 1 1 5]

1. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 新規登録
住 所 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
氏 名 独立行政法人 科学技術振興機構
2. 変更年月日 2 0 0 4 年 4 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号
氏 名 独立行政法人 科学技術振興機構